

51

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Int. Cl.:

A 61 m, ~~5720~~ ^{3100. k}

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.: 30 k, 3/01

10

11

21

22

43

Offenlegungsschrift 2 410 868

Aktenzeichen: P 24 10 868.7

Anmeldetag: 7. März 1974

Offenlegungstag: 19. September 1974

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: 12. März 1973

33

Land: V. St. v. Amerika

31

Aktenzeichen: 340226

54

Bezeichnung: Vorrichtung und Verfahren zum Injizieren von Kontrastmitteln

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: Lear Siegler, Inc., Maple Heights, Ohio (V. St. A.)

Vertreter gem. § 16 PatG: Redies, F., Dr.-Ing. Dr. jur.; Redies, B., Dipl.-Chem. Dr. rer. nat.;
Türk, D., Dr. rer. nat.; Gille, Ch., Dipl.-Ing.; Patentanwälte,
4000 Düsseldorf

72

Als Erfinder benannt: Wootten, John A., South Euclid; Rives, Georges S.,
North Ridgeville; Ohio (V. St. A.)

DT 2410868

2410868

G 49 233 -su

Firma Lear Siegler, Inc., 17600 Broadway Avenue,
Maple Heights, Ohio 44137 (USA)

Vorrichtung und Verfahren zum Injizieren von Kontrastmitteln

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Injizieren von Kontrastmitteln in ein Gefäßsystem eines Menschen oder Säugetieres.

Das Einspritzen von Kontrastmitteln in das Gefäßsystem zum Untersuchen und Erhalten von Informationen über das Arteriennetzwerk gehört zur Standardbehandlung. Nach der herkömmlichen Praxis müssen zahlreiche Injektionen und eine Reihe von Röntgenbestrahlungen durchgeführt werden, wenn eine Untersuchung bzw. Betrachtung eines weitgehenden Teils der Arterienverzweigung gewünscht war, was insbesondere für den gesamten Arterienaufbau eines unteren Gliedmaßes als häufigster Ort für eine Störung gilt. Der Hauptnachteil dieses Vorgehens besteht darin, daß oft zahlreiche Injektionen erforderlich sind und daß die Röntgenbestrahlung des Patienten vergrößert werden muß. Die zur Durchführung erforderliche Zeit ist vielfach sehr lang, und es muß eine relativ teure

- 2 -

409838/0792

2410868

Ausrüstung verwendet werden, wie beispielsweise schnelle Filmwechsler, ein verschiebbarer Tisch und eine spezielle Röntgenstrahlquelle. Ein anderer Nachteil der beschriebenen Behandlung besteht darin, daß die Sichtbarmachung des kritischen Feldes nicht immer ausreicht, wodurch eine Wiederholung der Behandlung zu einer anderen Zeit notwendig ist, nachdem das Kontrastmittel das System verlassen hat.

Es wurde auch bereits eine verbesserte arteriografische Technik entwickelt, die eine gleichzeitige Sichtbarmachung des gesamten Arteriennetzes eines unteren Gliedmaßes während einer einzigen Injektion ohne Benutzung eines Filmwechslers ermöglichte. Nach dieser Technik wurde eine langsame, verlängerte Infusion von typischerweise 2 ml pro Sekunde während zwanzig Sekunden in die Femoral-Arterie in der Leistengegend gegeben, wobei unmittelbar danach eine schnelle Boluseinführung von typischerweise 20 ml pro Sekunde während zwei Sekunden erfolgt. Nach Beendigung der Injektion hat die anfängliche Einspritzung die Finger- bzw. Zehengefäße erreicht, während der Endbolus in der distalen Aorta lokalisiert ist, wobei alle Gefäße dazwischen getrübt sind. Dadurch kann ein einziges Röntgenbild von der Aorta bis zum Fuß aufgenommen werden, indem der Film unter dem interessierenden Bereich positioniert ist.

Bei Verwendung dieser Technik kann eine äußere Arteriografie der unteren Gliedmaßen durchgeführt werden, ohne daß mehrere Röntgenbestrahlungen sowie teure Ausrüstungen wie ein schneller Filmwechsler, ein beweglicher Tisch oder langwierige sowie ermüdende Strömungsmeßverfahren erforderlich sind. Es wird nur ein einziger Einstich in der Femoral-Arterie vorgenommen, wobei eine langsame Injektionsströmung nach unten zu den Gliedmaßen und eine hohe Strömung zurück in die Aorta erfolgt und wobei ein einziges Röntgenbild von der Aorta bis zum Fuß genommen wird. Dies führt nicht zu einer Verringerung der für eine Angiografie der Gliedmaßen erforderlichen Zeit, sondern auch zu einer vollständigeren Trübung und zu einer ausgezeichneten Füllung und Sichtbarmachung des kritischen Bereiches.

+) nur

409838/0792

Diese Zweiphasen-Technik wurde bisher nur in begrenztem Rahmen unter Verwendung von Handinjektionen durchgeführt. Es wurde jedoch festgestellt, daß die hierbei erzielten Resultate nicht immer übereinstimmten, und der endgültige Bolus konnte nicht immer rückläufig in die Aorta eingeführt werden.

Die Aufgabe der Erfindung besteht daher in der Schaffung eines Verfahrens und einer Vorrichtung der genannten Art zur Erzielung übereinstimmenderer Resultate bei Verwendung der zuvor beschriebenen Zweiphasen-Technik.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe wird eine Vorrichtung vorgeschlagen, die gekennzeichnet ist durch eine Spritzenanordnung mit einer einen Kolben enthaltenden Spritzen- bzw. Laufbüchse, in der der Kolben zum Herausdrücken von Flüssigkeit axial verschiebbar angeordnet ist, ferner durch eine zum Steuern der Hubgeschwindigkeit des Kolbens in der Spritzenbüchse dienende Steuereinrichtung, mittels derer vor Einleitung der Kolbenbewegung eine unabhängige Vorauswahl von mehr als einer Hubgeschwindigkeitsrate für den Kolben in der Spritzenbüchse und von Zeitperioden für die Kolbenbewegung möglich ist, und schließlich durch Glieder zum aufeinanderfolgenden Bewegen des Kolbens während der vorbestimmten Zeitperioden mit den vorgewählten Geschwindigkeitsraten.

Ferner wird zur Lösung der gestellten Aufgabe ein Verfahren vorgeschlagen, das gekennzeichnet ist durch ein Befüllen einer Spritze mit der gewünschten Menge der zu injizierenden Flüssigkeit, wobei die Spritze im Inneren einen axial verschiebbaren Kolben zum Ausdrücken der Flüssigkeit aufweist, durch ein vor Einleitung der Kolbenbewegung unabhängig erfolgendes Vorwählen mehr als einer Hubgeschwindigkeitsrate des Kolbens in der Spritze und von Zeitperioden für jeden Hub während eines Hubzyklus, und durch Einleiten der Kolbenbewegung, wodurch der Kolben veranlaßt wird, sich während eines Hubzyklus und während der vorbestimmten Zeitperioden automatisch aufeinanderfolgend mit den vorgewählten Geschwindigkeitsraten in der Spritze zu bewegen.

Nach der Erfindung wird die Flüssigkeit entweder aufeinanderfolgend mit zwei unterschiedlichen Geschwindigkeitsraten oder mit nur einer Geschwindigkeitsrate freigegeben. Es sind geeignete Steuerungen zur Erzielung einer getrennten Vorwahl der verschiedenen Strömungsraten und der Zeitdauer einer jeden Strömungsrate vorgesehen, was entweder manuell oder automatisch erfolgen kann. Während des Injektionszyklus wird zunächst eine langsame, verlängerte Infusion und dann eine schnelle, kürzere Injektion vorgenommen. Nach Beendigung der Injektion kann ein einziges Röntgenbild von der Aorta bis zum Fuß aufgenommen werden, indem der Film unter dem interessierenden Bereich positioniert ist. Die Injektionsvorrichtung ist relativ kompakt und erlaubt ein Herausziehen sowie Zurückschieben und ein Drehen der Spritzanordnung gegenüber dem Steuergehäuse. Ferner sind geeignete Mittel vorgesehen, mit denen eine Fehlausrichtung zwischen einem Spritzenkolben und einem Kugelschraubenschaft ausgeglichen wird und die auf den letzteren während seiner Axialverschiebung einwirkende Drehkräfte aufnehmen. Ein Erdschlußunterbrecher erfaßt Stromableitungen zum Boden und trennt den Motor sowie die Steuerungen vom Leistungsnetz, wenn die Stromableitung einen vorbestimmten Pegel von beispielsweise 0,5 Milliampere überschreitet. Nach der Erfindung können sowohl die Strömungsraten, als auch die Zeitdauer einer jeden Strömungsrate unabhängig voneinander eingestellt werden. Die aufeinanderfolgende Injektion von Flüssigkeit kann mit den verschiedenen Strömungsraten und Zeiten mit manuellen oder automatischen Steuerungen durchgeführt werden. Ferner ist eine schnelle vertikale und horizontale sowie winkelmäßige Positionseinstellung der Spritzanordnung gegenüber dem Steuergehäuse möglich. Weitere Merkmale ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung eines zeichnerisch dargestellten Ausführungsbeispiels. Es zeigen:

Figur 1 - eine Vorderansicht einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Injektionsvorrichtung,

Figur 2 - einen seitlichen Teilschnitt durch ein Steuergehäuse

und eine Spritzanordnung der Vorrichtung aus Figur 1,
und zwar längs der Linie 2-2,

- Figur 3 - eine etwas verkleinerte, maßgenaue sowie perspektivische Ansicht des Steuergehäuses und der Spritzanordnung zur Darstellung des Bewegungsbereichs der Spritzanordnung in bezug auf das Steuergehäuse,
- Figur 4 - die Spritzanordnung in Draufsicht aus der Richtung der Sichtlinie 4-4 aus Figur 2,
- Figur 5 - einen vergrößerten Teillängsschnitt der Spritzanordnung längs der Linie 5-5 aus Figur 2,
- Figur 6 - einen vergrößerten Teilschnitt der Spritzkolbenabdichtung aus Figur 5,
- Figur 7 - einen Teilquerschnitt durch die Spritzanordnung aus Figur 5 längs der Linie 7-7,
- Figur 8 - ein schematisches Schaltbild eines Steuerkreises für eine Betriebssteuerung der Injektionsvorrichtung aus Figuren 1 bis 7 und
- Figur 9 - ein schematisches Schaltbild eines Erdschlußstörungs-Unterbrecherkreises als Schutz gegen eine Stromableitung zum Boden bzw. zur Masse.

In den Zeichnungen und insbesondere in Figuren 1 und 2 ist eine bevorzugte Ausführungsform einer Injektionsvorrichtung 1 nach der vorliegenden Erfindung dargestellt, die eine Spritzanordnung 2 und eine Steueranordnung 3 zur Erzielung einer Betriebssteuerung derselben in einer nachfolgend beschriebenen Weise enthält. Die Spritzanordnung 2 ist vorzugsweise mit der Steueranordnung über ein längliches Rohr 4 verbunden, das sich von einer Seite eines Spritzanordnungsgehäuses 5 in ein Steuergehäuse 6 erstreckt, was deutlich aus Figur 2 zu entnehmen ist.

Im Steuergehäuse 6 befindet sich eine Stütze 7, die in geeigneter Weise an einer Grundplatte 8 festgelegt ist und eine durchgehende Öffnung aufweist, in der das Rohr 4 verschiebbar aufgenommen ist, wobei eine Längsverschiebung und eine Drehung der Spritzanordnung 2 gegenüber der Steueranordnung 3 möglich ist. Ein Paar von parallel zum Rohr 4 verlaufenden, einen Abstand aufweisenden Stopp-

stangen 9 begrenzt das Drehausmaß der Spritzanordnung 2 in jeder Richtung bei allen eingestellten Längspositionen der Spritzanordnung. Am distalen bzw. entfernten Ende des Rohres 4 befindet sich eine Stoppschraube 10, die während der Drehung der Spritzanordnung in entgegengesetzten Richtungen mit der einen oder der anderen Stoppstange 9 in Eingriff kommt, um die Drehung zu begrenzen und ein von der Steueranordnung durch das hohle Rohr 4 zur Spritzanordnung führendes Verdrahtungskabel 11 vor einem Bruch zu schützen. Die Stoppschraube 10 begrenzt auch das maximale Ausziehmaß der Spritzanordnung 2 gegenüber der Steueranordnung 3, indem die Stoppschraube 10 gegen die feste Stütze 7 stößt. Vorzugsweise ist die Anordnung der Stoppstangen 9, von denen nur eine dargestellt ist, dergestalt, daß die Spritze 12 der Spritzanordnung 2 von der Vertikalen um maximal $+ 150^{\circ}$ und $- 150^{\circ}$ gemäß Figur 3 geneigt werden kann. Ferner ist ein Ausziehen der Spritzanordnung von dem Steuergehäuse 6 von 0 bis etwa 457,2 mm möglich.

Zum Festlegen der Spritzanordnung 2 in ihren eingestellten Längs- und Drehpositionen befindet sich auf dem Steuergehäuse 6 ein Befestigungs- bzw. Verriegelungsknopf 16. Ein Festdrehen des Verriegelungsknopfes 16 begründet ein Verklemmen des Rohres 4 durch einen flexiblen Kragen 17 auf der stationären Stütze 7. Der Verriegelungsknopf ist mit dem Kragen 17 über eine mit Gewinde versehene Stange 18 verbunden. Eine Positionsverstellung der Spritzanordnung 2 ist nach Lösen des Verriegelungsknopfes 16 möglich, und nach Verschiebung der Spritzanordnung in die gewünschte Einstellposition wird der Knopf wieder festgedreht.

Aus Gründen einer leichten Transportierbarkeit der Injektionsvorrichtung 1 kann die Steueranordnung 3 auf einem fahrbaren Stützgestell 19 mit einer dreieckigen Basis 20 bzw. einem dreiteiligen Fuß befestigt sein. An diesem sind gemäß Figur 1 Schwenkräder 21 angeordnet, um ein Drehen der Einheit zu ermöglichen. Vorzugsweise enthält jedes Rad 21 eine separate Verriegelung 22, die das Rad bei Schwenkung in der einen Richtung gegenüber einer Drehung blockiert und bei Schwenkung in der anderen Richtung entriegelt.

Im Bereich des oberen Endes der Standsäule 19 befindet sich ein Säuleneinstellhandgriff 23 zum Anheben und Absenken der Steueranordnung 3 sowie der damit verbundenen Spritzanordnung 2. Die Höhe der Injektionsvorrichtung 1 ist vorzugsweise in einem Bereich von etwa 965,2 mm bis etwa 1448 mm durch Drehung der Säuleneinstellkurbel 23 in entgegengesetzten Richtungen einstellbar. Vorzugsweise ist eine Säulenfeststellmutter 24 zum Festlegen der Steueranordnung und der Spritzanordnung in der gewünschten vertikalen Einstellposition vorgesehen.

Wie am besten aus Figuren 5 und 7 entnehmbar ist, enthält die Spritzanordnung 2 ein Hauptstützgehäuse 28, mit dem ein Spritzengehäuse 29 zur Aufnahme einer Büchse 30 der Spritze 12 verschraubt ist. Die Spritzenbüchse 30 weist zwischen ihren Enden einen radial nach außen hervorstehenden Flansch 31 für eine exakte Positionierung und Verklemmung bzw. Festlegung im Spritzengehäuse 29 auf. Eine mit der Außenseite des Spritzengehäuses 29 verschraubte Halte- bzw. Überwurfmutter 32 sorgt für eine lösbare Festlegung der Spritzenbüchse 30 im Spritzengehäuse 29. Geeignete Kunststoffisolatoren 33 zwischen der Haltemutter 32 und der Spritzenbüchse 30 sowie zwischen der Spritzenbüchse 30 und dem Spritzengehäuse 29 führen zu einer elektrischen Isolation der Spritzenbüchse gegenüber den zahlreichen anderen Vorrichtungsteilen.

In der Spritzenbüchse 30 erstreckt sich axial ein Kugelschraubenschaft 34 mit einer in das vordere Ende eingedrehten Zug-Druck-Schraube 35 für ein vereinfachtes Anbringen eines Spritzenkolbens 36 am Kugelschraubenschaft. Der Spritzenkolben 36 ist gemäß Darstellung auf eine Feststell-Mutterschraube 37 aufgeschraubt, die im Inneren mit einer Vieleck-Aussparung 38 versehen ist, deren Form etwas größer als ein Kopf 39 der Zug-Druck-Schraube 35 ist, so daß der Kopf in der Aussparung aufgenommen wird. Die vergrößerte Aussparung 38 in der Mutterschraube 37 sorgt für ein Radialspiel mit der Zug-Druck-Schraube 35, um eine Fehlausrichtung zwischen dem Spritzenkolben und dem Kugelschraubenschaft 34 auszugleichen und ein Hin- und Herbewegen bzw. ein Stoßen und Ziehen des Spritzenkolbens innerhalb der Spritzenbüchse 30 während der

axial gerichteten Einwärts- und Auswärtsbewegung des Kugelschraubenschafts zuzulassen. Wenn die Mutteraussparung 38 und der Schraubenkopf 39 mit einer entsprechenden Vieleckform versehen werden, ist auch ein Abschrauben der Spritzenkolbenanordnung 36 vom Kugelschraubenschaft 34 zum Zwecke der Entkeimung gemäß nachfolgender Beschreibung möglich. Um eine flüssigkeitsdichte Gleitdichtung zwischen dem Spritzenkolben 36 und der Wandung 40 der Spritzenbüchse 30 aufrecht zu erhalten, kann der Spritzenkolben mit einer äußeren ringförmigen Nut 41 versehen sein, die eine Teflon-Gleitdichtung 42 enthält. Zwischen dieser und dem Boden der Nut 41 befindet sich ein O-Ring 43, der als Feder wirkt, um die Gleitdichtung gemäß Figur 6 in Dichtkontakt mit der Wandung der Spritzenbüchse zu halten.

In das äußere Ende der Spritzenbüchse 30 ist eine Durchsicht-Spritzenkappe 45 mit einem zentralen Längskanal 46 eingeschraubt, durch den ein Ausstoßen der Flüssigkeit aus der Spritze während der Längsverschiebung des Spritzenkolbens 36 in der Spritzenbüchse 30 in Richtung zur Spritzenkappe erfolgen kann. Zwischen der letzteren und einer Innenschulter 48 der Spritzenbüchse ist zur Erzielung einer Flüssigkeitsdichtung ein O-Ring 47 eingebettet.

Das innere Ende des Kugelschraubenschafts 34 wird von einer sich in Längsrichtung erstreckenden Kanalartigen Laufbahn 49 im Hauptgehäuse 28 aufgenommen und durch ein Paar von Kugellageranordnungen 50 an einer Drehung gehindert, die an entgegengesetzten Seiten des Schraubenschafts angeordnet und mit diesem über einen sich durch das Zentrum des Kugelschraubenschafts und der Kugellager erstreckenden Paßstift 51 verbunden sind. Derartige Kugellager 50 nehmen sämtliche dem Kugelschraubenschaft 34 erteilte Rotationskräfte auf und stützen dessen inneres Ende zur Erzielung einer Axialverschiebung längs der Laufbahn 49 in jeder Richtung.

Eine Axialverschiebung des Kugelschraubenschafts 34 wird durch Drehung einer Kugelschraubenmutter 55 erzielt, die in Schraubeingriff mit dem Kugelschraubenschaft steht und von einem Zahnrad 56 angetrieben wird, das in geeigneter Weise in einem Zahnradgehäuse

57 zwischen dem Hauptstützgehäuse 28 und dem eine Abdeckung für das Zahnradgehäuse bildenden Spritzengehäuse 29 drehbar angebracht ist.

Die Drehung des Hauptzahnrades 56 kann genau durch einen Elektromotor 58, vorzugsweise einen Gleichstrommotor, gesteuert werden. Es sind geeignete Motorbefestigungen 59 zur direkten Anbringung des Motors 58 am Hauptstützgehäuse 28 vorgesehen. Vorzugsweise wird ein passender Kupplungsmechanismus 60 zur Leistungsübertragung vom Antriebsmotor 58 zum Hauptzahnrad 56 benutzt, um den Motor gegen Überlastung und die zahlreichen anderen Teile der Spritze gegen eine Zerstörung zu schützen, die dann auftreten kann, wenn der Spritzenkolben 36 bei noch laufenden Motor gegen den Boden stößt oder den Druckaufbau in der Spritzenbüchse 30 aufgrund einer Strömungsunterbrechung oder aus einem anderen Grunde begrenzt.

Gemäß Figur 5 kann der Kupplungsmechanismus 60 ein Antriebsritzel 61 mit einer angetriebenen Kupplungsscheibe 62 aufweisen, wobei diese Teile auf dem äußeren Ende der Motorwelle 63 frei drehbar sind und durch einen Stoßring 64 sowie eine Schraube 65 am freien Ende der Motorwelle gehalten werden. Eine mit der Motorwelle 63 verkeilte Kupplungsscheibe 66 wird über eine Kupplungsfeder 67 in Antriebseingriff mit der angetriebenen Kupplungsscheibe 62 gehalten, und zwar so lange, wie eine Kraft zur Übertragung einer Axialbewegung auf den Kugelschraubenschaft 34 erforderlich ist und der Spritzenkolben 36 einen vorbestimmten Pegel nicht überschreitet. Die Kupplungsfeder 67 ist zwischen der Kupplungsscheibe 66 und einem Halteglied 68 eingespannt, das auf der Motorwelle durch einen Sprengring 69 oder ähnliches gehalten wird.

Die axiale Lage des Spritzenkolbens 36 in der Spritzenbüchse 30 wird durch eine mit dem inneren Ende des Kugelschraubenschafts 34 verbundene Positionsanzeigestange 70 angezeigt. Diese kann durch eine Feststellschraube 71 gehalten werden, welche in eine Aussparung am inneren Ende des Kugelschraubenschafts eingeschraubt ist. Die die Spritzenanordnung 2 umgebende Blechabdeckung 5 weist in

der Oberseite einen sich längs erstreckenden Schlitz 72 zur Aufnahme des oberen Endes der Positionsanzeigestange auf, um diese der Bedienungsperson sichtbar zu machen. Es ist ein Positionsanzeige-Sichtglas 73 dargestellt, das den sich in Längsrichtung erstreckenden Schlitz 72 abdeckt und von einem Paar geeignet mit der Abdeckung 5 an entgegengesetzten Seiten des Schlitzes befestigter Arme 74 gehalten wird. Wie sich deutlich aus Figuren 3 und 4 ergibt, kann das Sichtglas 73 geeignete Anzeigeunterteilungen aufweisen, während sich an den Seiten des Längsschlitzes eine geeichte Skala zum Anzeigen des tatsächlichen Volumens an Kontrastmittel in der Spritze 12 befinden kann, wobei das Volumen von 0 bis 120 cm³ durch die Position der Anzeigestange 70 in bezug auf die geeichte Skala angezeigt wird. Ein Paar von unter Abstand auf dem Hauptstützgehäuse 28 an die Laufbahn 49 angrenzend befestigten Grenzschaaltern 75, 76 wird von der Positionsanzeigestange 70 betätigt, wenn der Spritzenkolben 36 seine Hubenden erreicht. Der Motor 58 wird dann abgeschaltet.

Das Hauptstützgehäuse 28, das ein Zahnradgehäuse 37, eine Laufbahn 49 für den Kugelschraubenschaft 34 und eine Stütze für den Spritzenantriebsmotor 58 und die dazu bestimmten Grenzschaalter 75, 76 bildet, enthält ferner eine Aussparung 78 zur Aufnahme eines Endes des die Spritzenanordnung 2 mit der Steueranordnung 3 verbindenden Rohres 4. Aus Figur 7 ergibt sich deutlich, daß das Verbindungsrohr 4 mittels eines Bolzens 79 in der Aussparung 78 des Hauptstützgehäuses 28 gehalten wird. Ein das Verbindungsrohr 4 umgebender Befestigungsring 80 ist am Hauptstützgehäuse 28 über geeignete Befestigungsglieder festgelegt, um die Blechabdeckung 5 mit dem Hauptstützgehäuse zu verbinden. Ferner ist ein Gewicht 81 in geeigneter Weise am Hauptstützgehäuse 28 oder am Motor 58 angebracht, um das Schwerkraftzentrum der Spritzenanordnung 2 nahe an die Achse des Rohres 4 zu verlegen und um dadurch ein Neigen der Spritzenanordnung auf eine gewünschte Position zu vereinfachen.

Eine thermostatisch gesteuerte Spritzenabdeckung 85 zum Erwärmen des Kontrastmittels von Raumtemperatur auf ca. 35 bis 38° C und zum Aufrechterhalten dieser Temperatur während 20 Minuten nach

dem Füllen der Spritze und Einschalten der Hauptleistung umgibt die Spritzenbüchse 30. Die Abdeckung bzw. Umhüllung und der Thermostat 85 sind vorzugsweise in Gummi eingebettet und von der Spritze 12 isoliert.

Auch ist die Spritze durch vorher beschriebene Kunststoffabstandsglieder 33 vom Spritzengehäuse 29 elektrisch isoliert. Die Injektionsvorrichtung 1 weist eine Erd- bzw. Massenklemme 86 auf, die mit dem entsprechenden Erdanschluß des Leistungskabels 87 verbunden ist. Vorzugsweise ist ferner ein noch zu beschreibender Erdanschluß-Unterbrecherkreis vorgesehen, um eine Abschaltung des Motors und der Steuerorgane vorzunehmen sowie ein Signal oder einen Alarm zu bilden, sobald eine Stromableitung zur Erde bzw. zur Masse einen Wert von 0,5 Milliampere überschreitet.

Das Hauptstützgehäuse 28 und das Spritzengehäuse 29 bestehen aus Gründen eines verminderten Gewichts vorzugsweise aus Aluminium, während die Spritzenbüchse 30 aus einem korrosionsfreien, hochfesten Material, wie rostfreiem Stahl, bestehen sollte. Die Durchsicht-Spritzenkappe 45 besteht vorzugsweise aus Polykarbonat, während der Spritzenkolben 36 zweckmäßigerweise aus Delrin hergestellt ist, wobei beide Stoffe zum Entkeimen bei etwa 121° C gedämpft werden können.

Die verschiedenen Teile der Spritze 12 sind für Entkeimungszwecke auseinandernehmbar. Vor einem Zerlegen wird der Spritzenkolben 36 vorzugsweise in die Nullposition verschoben, bei der die Volumenanzeigestange 70 eine 0 cm³-Anzeige ergibt. Dann wird die große, die Spritze am Spritzengehäuse 29 haltende Mutter 32 entfernt, um ein Herausziehen der Durchsicht-Spritzenkappe 45 und der Spritzenbüchse 30 aus dem Spritzengehäuse zu ermöglichen. Danach werden die Spritzenkappe 45 von der Spritzenbüchse 30 abgeschraubt und der O-Ring 47 entfernt, wonach die Spritzenkolbenanordnung 36 vom Kugelschraubenschaft 34 abgeschraubt werden kann, während die Dichtung 42, 43 auf dem Spritzenkolben verbleibt.

Nach dem Entkeimen der verschiedenen Spritzenteile wird der Kol-

ben 36 wieder auf den Kugelschraubenschaft 34 aufgeschraubt. Die Büchse 30 wird in ihre Position gestoßen und in dieser durch Festschrauben der großen Mutter 32 gehalten, mittels derer der Radialflansch 31 der Büchse im Endbereich des Spritzengehäuses 29 fest eingeklemmt wird.

Danach wird der Kolben 36 zurückgezogen, bis die Anzeige dem gewünschten Volumen an Kontrastmittel entspricht, mit dem die Spritze gefüllt werden soll. Anschließend wird der Feststellknopf 16 am Steuergehäuse 6 gelöst, um ein Drehen der Spritzenanordnung 2 zuzulassen, bis die Spritze 12 vertikal nach oben zeigt, so daß das Kontrastmittel direkt in die Spritzenbüchse eingefüllt werden kann, wobei der Flüssigkeitspegel unterhalb der O-Ring-Nut 48 gehalten wird.

Vor dem Füllen der Spritzenbüchse wird der O-Ring 47 in die Nut 48 eingefügt, und nach dem Befüllen wird die Durchsichtkappe 45 in die Büchse eingeschraubt, bis sie gegen den O-Ring stößt. Danach kann ein Ende eines Katheters mit einem Anschluß (luer loc fitting) auf der Durchsicht-Spritzenkappe 45 verbunden werden, während das andere Ende in eine leere Kontrastmittelflasche eingeführt wird, damit der Kolben 36 zum Ausdrücken jeglicher in der Spritze oder im Katheter eingeschlossener Luft leicht nach vorne bewegt werden kann. Schließlich werden der Feststellknopf 16 gelöst und die Spritzenanordnung 2 gedreht, bis die Spitze der Spritze 12 nach unten zeigt, und zwar unter einem Maximalwinkel gegenüber der Horizontalen von etwa 60° .

Auf der Steuertafel 88 sind geeignete Steuerorgane angeordnet, die eine Auswahl von zwei unterschiedlichen Strömungsraten über zwei verschiedene Zeitperioden ermöglichen. Es sind getrennte Einstellknöpfe vorgesehen, mit denen jede Strömungsrate in Kubikzentimetern pro Sekunde und jede Zeitperiode in Sekunden ausgewählt werden können. Der erste Steuerknopf 89 für eine langsame Injektionsströmung ermöglicht eine Auswahl einer Strömungsrate von 0,3 bis 10 cm^3 pro Sekunde während einer Zeitperiode bis zu 25 Sekunden, was durch Einstellen eines zweiten Steuerknopfes oder einer Ein-

stellscheibe 90 erfolgt. Der erste Steuerknopf 91 für eine schnelle Injektionsströmung ermöglicht die Auswahl einer Strömungsrate von 5 bis 40 cm³ pro Sekunde während einer Zeitperiode bis zu 6 Sekunden, was durch einen anderen Steuerknopf 92 eingestellt wird. Das Produkt aus Strömungsrate und Zeit ist für jede der langsamen und schnellen Injektionsphasen ein Maß für das Volumen der während jeder Injektionsphase eingespritzten Flüssigkeit.

Es kann ferner ein zusätzlicher Steuerknopf 93 auf der Steuertafel 88 zur Auswahl einer Verzögerungszeit vorgesehen sein, beispielsweise von 0 bis 2 Sekunden nach Beendigung der gesamten Injektionsphase zum Triggern der Röntgenbestrahlung. Ein dargestelltes Kabelverbindungsglied 94 dient zum Verbinden des Steuergehäuses mit einer Röntgenstrahlvorrichtung.

Auf der Steuertafel 88 befindet sich ferner ein beleuchteter An-Aus-Leistungsschalter 95 mit einer 20-Ampere-Sicherung, ferner ein manueller Beladungs- und Entladungsschalter 96 und ein beleuchteter ausgelöster/nicht ausgelöster Auswahlsschalter 97. Der manuelle Beladungs- bzw. Entladungsschalter 96 wird benutzt, um die Spritze 12 zu füllen oder zu leeren, wenn sich der Auswahlsschalter 97 in seiner in Figur 8 dargestellten Position (unarmed) befindet. In der anderen Position des Auswahlsschalters 97 kann die Einheit von einem entfernten Steuer- oder Handtriggerschalter 98 betätigt werden, um in der nachfolgend beschriebenen Weise entweder manuell oder automatisch ein Kontrastmittel in einen Patienten zu injizieren.

Ein beleuchteter Erdschluß-Unterbrecherschalter 99 mit einer 'sicher' bzw. 'unsicher'-Anzeige erfaßt mit einem zugeordneten Kreis Stromableitungen über 0,5 Milliampere zur Masse bzw. Erde, wobei automatisch bei angeschaltetem Leistungsschalter 95 ein Übergang von der 'sicher' zur 'unsicher'-Position erfolgt, um die Leistung von den Steuer- und Spritzanordnungen abzuschalten. Zur Betriebsüberprüfung des Erdschluß-Unterbrecherkreises ist eine Betätigung des Testschalters 100 vorgesehen. Ein korrekter Betrieb des Erdschluß-Unterbrecherkreises wird während des Tests

durch eine 'unsicher'-Lichtanzeige und ein hörbares Alarmsignal angezeigt. Die Aufhebung der Lichtanzeige und des Alarmsignals nach Beendigung des Tests erfordert ein Umschalten des Unterbrecherschalters 99 in seine 'sicher'-Position.

Wenn sich der Schalter 97 in seiner in Figur 8 dargestellten Position befindet, führt ein Niederdrücken und Freigeben der Automatik-Position am Handtriggerschalter 98 dazu, daß die Injektionsvorrichtung automatisch aufeinanderfolgend mit den zwei unterschiedlichen Strömungsraten einspritzt, die an den entsprechenden Steuerscheiben 89, 90 und 91, 92 für eine langsame und schnelle Strömungsrate sowie die zugehörige Zeit eingestellt wurden. Jedoch kann die Einspritzung jederzeit während der automatischen Injektionsphase durch Niederdrücken und Freigeben der Hand-Position auf dem Handtriggerschalter 98 unterbrochen werden. Alternativ verbleibt die gesamte Injektionsphase unter der direkten Steuerung der Bedienungsperson, wenn die Hand-Position des Handtriggerschalters gedrückt wird. Eine Freigabe der Hand-Position des Handtriggerschalters führt in jedem Fall unmittelbar zu einer Unterbrechung der Einspritzung.

Nach Beschreibung der verschiedenen Teile der Injektionsvorrichtung folgt nunmehr eine kurze Beschreibung der Betriebsweise. Um die Injektionsvorrichtung 1 zu betätigen, sollte die Steueranordnung 3 zunächst auf die gewünschte Höhe angehoben werden, indem der Feststellknopf 24 gelöst und die Einstellkurbel 23 gedreht werden, wodurch die Steuer- und Spritzenanordnungen 3, 2 auf die gewünschte Höhe angehoben oder abgesenkt werden können. Danach kann der Feststellknopf angezogen werden, um die Anordnungen in der gewünschten vertikalen Einstellposition festzulegen. Die Leistungsschnur 87 wird dann mit einer geeigneten Energiequelle verbunden, und der beleuchtete Hauptleistungsschalter 95 wird angeschaltet. Anschließend erfolgt ein Testen des Erdschluß-Unterbrecherkreises in der vorbeschriebenen Weise. Sofern der Test positiv verläuft, sollte der Unterbrecherschalter 99 in seine 'sicher' Position bewegt werden, um das Warnlicht und das akustische Alarmsignal auszuschalten. Diese Signale stellen sich ein, wenn der

Testschalter 100 zur Anzeige eines korrekten Betriebes des Erdschluß-Unterbrecherkreises niedergedrückt wird.

Der Schalter 96 sollte dann in der Entladungsposition gehalten werden, bis sich der Spritzenkolben 36 in der Nullposition befindet, um eine Zerlegung und Entkeimung der Spritze in der zuvor beschriebenen Weise zu erleichtern. Nach der Entkeimung werden der Kolben 36 und die Büchse 30 wieder zusammengebaut. Während sich der Auswahlschalter 97 in der Position gemäß Figur 8 befindet, wird der Schalter 96 in die Beladungsposition gebracht, um den Kolben auf die gewünschte und von der Anzeigestange 70 angezeigte Volumenstellung für das Kontrastmittel zu bringen. Danach wird der Feststellknopf 16 gelöst, um ein Drehen der Spritzenanordnung 2 zuzulassen, bis sich die Spritze 12 vertikal nach oben erstreckt. Bei eingesetztem O-Ring 47 kann das Kontrastmittel in die Spritzenbüchse eingegossen werden, wobei der Flüssigkeitsspiegel unter der O-Ring-Nut 48 gehalten wird. Nach dem Füllvorgang wird die Spritzenkappe 45 in ihre Position in das obere Ende der Büchse 30 eingeschraubt.

Danach kann ein Ende eines Katheters mit der Spritzenkappe 45 verbunden werden, während das andere Ende in eine leere Kontrastmittelflasche eingeführt wird. Dann kann der Entladungsschalter 96 niedergedrückt werden, um jegliche eingeschlossene Luft in der Spritze oder im Katheter auszupressen.

Danach werden der Feststellknopf 16 gelöst und die Spritze 12 gedreht, bis ihre Spitze gegenüber der Horizontalen nach unten zeigt. Die Spritzenanordnung 2 kann auch horizontal von der Steueranordnung 3 auf ein gewünschtes Maß ausgezogen werden, wonach ein Festziehen des Feststellknopfes zum Feststellen der Spritze in der gewünschten Position erfolgt.

Danach werden die Steuerknöpfe 89 und 90 für eine langsame Injektion und die Steuerknöpfe 91 und 92 für eine schnelle Injektion auf die gewünschten Strömungsraten und Zeitperioden für jede Strömungsrate eingestellt, wobei ebenfalls der Steuerknopf 93 für die

gewünschte Zeitverzögerung der Röntgenbestrahlung nach Beendigung der gesamten Injektionsphase eingestellt wird. Die Röntgenstrahlleitung 94 wird ferner sicher mit der Steueranordnung 3 und der Röntgenstrahlvorrichtung verbunden.

Damit ist die Injektionsvorrichtung 1 fertig für eine Benutzung, um Kontrastmittel oder eine andere Flüssigkeit einem Patienten zu injizieren, nachdem eine Katheternadel in geeigneter Weise eingeführt ist. Die Injektionsphase erfolgt unter Steuerung über den Handtriggerschalter 98, sobald der Auswahlschalter 97 in seine gegenüber Figur 8 umgeschaltete Position gebracht ist. Dabei begründet eine Verschiebung des Handtriggerschalters entweder in die Automatik- oder in die Hand-Positionen ein Einspritzen des Kontrastmittels in den Patienten. Wenn der Handtriggerschalter 98 in der Automatik-Richtung niedergedrückt wird, kann der Schalter freigegeben werden, wobei die Injektionsvorrichtung die Einspritzung der Flüssigkeit in den Patienten dennoch fortsetzt, und zwar in Übereinstimmung mit den eingestellten Strömungsraten und Zeiten. Jedoch kann dieser Vorgang jederzeit durch Niederdrücken des Handtriggerschalters in der Hand-Richtung und durch Freigeben desselben unterbrochen werden. Bei einer Bewegung des Handtriggerschalters 98 in Hand-Richtung ist ein fortgesetztes Niederdrücken des Schalters während der Injektion durch die Bedienungsperson erforderlich, da ein Freigeben des Triggerschalters nach Verstellung in Hand-Richtung unmittelbar zu einer Unterbrechung der Injektion führt.

Nach Beendigung der Injektion wird die Röntgenstrahlvorrichtung bzw. der Röntgenapparat automatisch nach einer Zeitverzögerung von 0 bis 2 Sekunden getriggert, und zwar entsprechend der Einstellung des Verzögerungssteuerknopfes 93. Bis dahin hat das zuerst freigegebene Kontrastmittel die Fingergefäße erreicht, während sich der endgültige Bolus in der distalen Aorta befindet, wobei alle Gefäße dazwischen getrübt sind. Die Röntgenstrahlquelle sollte maximal angehoben werden, vorzugsweise auf etwa 152 mm, und der Röntgenfilm wird längs der gesamten zu untersuchenden Länge positioniert, wobei geeignete Filter angeordnet sind. Ein ein-

zelner, langer Filmhalter ist bevorzugt, wobei jedoch auch mehrere, überlappende Filmhalter benutzt werden können.

In Figur 8 ist ein schematisches Schaltbild des Hauptsteuerkreises 105 dargestellt, mit dem der Betrieb der vorher beschriebenen Injektionsvorrichtung 1 gesteuert wird. Im Kreis befindet sich ein Kreisunterbrecher und Ein-Aus-Schalter 95, der zur Erregung des Kreises niedergedrückt werden muß. Eine Lichtanzeige 106 signalisiert die Leistungseinschaltung, und der Kreisunterbrecher bzw. die Sicherung 107 schützt den Kreis gegen eine Überlastung. Die Leistung zum Kreis gelangt über einen Differentialtransformator 108, der ein Signal im Transformatorkern 109 erzeugt, wenn der Strom durch die zwei Spulen 110, 111 unterschiedlich ist, was bei einer Erdschlußstörung auftritt. Dieses Signal wird von der Ausgangsspule 112 eines Erdschluß-Verstärkerkreises 115 aufgenommen, der schematisch in Figur 9 dargestellt ist. Er verstärkt das Signal zur Erregung eines Relais R_1 , wodurch der Schalter 99 geöffnet und die Leistung vom Motor und den Steuerungsorganen abgeschaltet wird. Dabei wird ein zweites Relais R_2 aberregt, wodurch der zugeordnete Schalter S_2 geschlossen wird, der das Warnlicht 116 einschaltet und ein Summer- oder Alarmglied 117 ertönen läßt. Ein derartiger Erdschluß-Unterbrecherkreis 115 ist vorzugsweise ausreichend empfindlich, um Erdschlußströme über 0,5 Milliampere zu erfassen.

Der Testschalter 100 für den Erdschluß-Unterbrecherkreis ist mit einem geeigneten Widerstand 118 zur Simulierung einer Stromableitung verbunden, wenn der Test- oder Prüfschalter 100 zur Betriebsüberprüfung des Erdschluß-Unterbrecherkreises 115 niedergedrückt wird. Ein korrekter Betrieb wird nach Drücken des Testschalters 100 dadurch angezeigt, daß das Warnlicht 116 eingeschaltet wird und das Summer- oder Alarmglied 117 ertönt.

Um den Hauptsteuerkreis 105 nach Freigabe des Testschalters 100 wieder einzuschalten, muß die Bedienungsperson lediglich den Unterbrecherschalter 99 drücken. Dadurch wird das Relais R_2 erregt, das den Teil des Kreises öffnet, der das Warnlicht 116 und den Summer 117 enthält, um diese Glieder abzuschalten.

Nach Erregung des Hauptsteuerkreises 105 wird dem die Spritzenbüchse 30 umgebenden Heizglied 85, das von dem Thermostaten 120 gesteuert wird, Energie zugeführt, um das Kontrastmittel von Raumtemperatur auf etwa 35 bis 38° C zu erwärmen sowie bei dieser Temperatur zu halten.

Der Auswahlshalter 97 kann zwischen der Position in Figur 8, in der der Betrieb des Spritzenantriebsmotors 58 über den Beladungs- und Entladungsschalter 96 manuell gesteuert werden kann, und der gegenüber Figur 8 umgeschalteten Position bewegt werden, in der der Motor durch den Handtriggerschalter 98 gesteuert werden kann. Wenn sich der Auswahlshalter 97 in der dargestellten Position befindet, ist der Handtriggerschalter 98 aus dem Hauptsteuerkreis herausgenommen, und der Schalter 96 im Kreis erlaubt einen manuellen Betrieb des Spritzenantriebsmotors 58 in entgegengesetzten Richtungen, indem der Schalter 96 zum Füllen oder Entleeren der Spritze 12 in die Beladungs- und Entladungspositionen gebracht wird.

In der Entladungsposition des Schalters 96 wird das Relais R_3 erregt, das die zugehörigen Motorkontakte C_3 schließt. Hierdurch wird der Motor dazu veranlaßt, den Spritzenkolben 36 für ein Entleeren der Spritze vorzuschieben. Eine Umschaltung des Schalters 96 in seine Beladungs- bzw. Belastungsposition führt zur Erregung eines anderen Relais R_4 , das die entsprechenden Motorkontakte C_4 schließt und eine Drehumkehrung des Motors 58 begründet, um den Spritzenkolben 36 für eine Beladung der Spritze zurückzuziehen.

Die Geschwindigkeit des Antriebsmotors 58 ist bei Steuerung durch den Schalter 96 während des Betriebs in der Beladungsrichtung größer als in der Entladungsrichtung, wobei die Geschwindigkeit bzw. Drehzahl durch den Widerstand in dem Zündkreis mit einem siliziumgesteuerten Gleichrichter gesteuert wird. Ein Feldschütz FR im Beladungs/Entladungs-Kreis betätigt seine zugeordneten Kontakte CF_1 , wenn der genannte Schalter in die Beladungs- oder Entladungspositionen bewegt wird, um Strom zum Motorfeldkreis zu führen. Ein manuelles Relais MR schaltet zwischen den zwei Motor-

geschwindigkeiten für die Beladung und Entladung der Spritze um. Wenn der Schalter 96 in seine Entladungsposition gebracht wird, erfolgt eine Erregung des manuellen Relais MR, wodurch der zugeordnete Kontakt CM_1 öffnet. Hierdurch wird die Geschwindigkeit oder Drehzahl des Motors 58 durch den Widerstand 125 für eine Entladung der Spritze gesteuert. Wenn dagegen der Schalter 96 in seine Beladungsposition gebracht wird, bleibt das Relais MR unerregt, wodurch der zugeordnete Kontakt CM_1 geschlossen ist und die Drehzahl des Motors durch den Widerstand 126 für eine Beladung der Spritze gesteuert wird.

Da die Geschwindigkeit des Spritzenkolbens 36 während der manuellen Beladungs- und Entladungsvorgänge nicht einstellbar sein muß, können feste Widerstände 125, 126 zur Steuerung der Geschwindigkeit des Motors verwendet werden. Vorzugsweise sind diese Widerstände 125, 126 so ausgewählt, daß der Spritzenkolben in der Beladungsposition des Schalters 96 zurückgezogen wird und die Spritze mit einer Rate von etwa 6 cm^3 pro Sekunde füllt. In der Entladungsposition des Schalters 96 wird der Spritzenkolben vorgeschoben, um die Spritze mit einer Rate von etwa $1,3 \text{ cm}^3$ pro Sekunde zu entleeren. Getrennte Grenzscharter 75 und 76 sind in den Entladungs- und Beladungskreisen angeordnet, um ihre entsprechenden Kontakte zu öffnen, wenn der Spritzenkolben 36 die Enden seines Hubes erreicht.

Eine Verschiebung des Schalters 97 in seine gegenüber Figur 8 umgeschaltete Position führt zu einer Abschaltung des Schalters 96 vom Hauptsteuerkreis und zu einer Bereitschaft des Kreises für die Injektionsphase durch Betätigung des Handtrigger- oder entfernten Steuerschalters 98. Die Position des Schalters 97 kann leicht durch Anzeigelampen 127 und 128 in den entsprechenden Kreisen angezeigt werden. In diesem Zustand der Injektionsvorrichtung wird ständig Strom zu der Motorfeldwicklung geführt, um jegliche Zeitverzögerung beim Aufbau des Magnetfeldes während der normalen Injektionsphase zu vermeiden. Dagegen wird das Motorfeld während des Betriebes mit dem Auswahlshalter 97 in seiner in Figur 8 dargestellten Position nur angeschaltet, wenn das Feldrelais FR durch

Verschiebung des Schalters 96 in die Beladungs- oder Entladungspositionen erregt wird.

Bei gegenüber Figur 8 umgeschaltetem Schalter 97 werden die zwei Geschwindigkeitswiderstände 125 und 126 vom Hauptsteuerkreis abgenommen, und nur der Handtrigger- oder entfernte Steuerschalter 98 vermag eine Bewegungssteuerung des Spritzenkolbens 36 in der Injektionsrichtung vorzunehmen. Der Handtriggerschalter 98 weist vorzugsweise eine Automatik-Position 130 und eine Aus/Hand-Position 131 auf. Wenn der Schalter 98 in seine Automatik-Position 130 bewegt wird, erfolgt eine Erregung des Relais R_6 , wodurch die zugeordneten Kontakte C_6 , C_6 geschlossen werden. Auch bei Freigabe des Handtriggerschalters 98 verbleiben diese Kontakte geschlossen, um eine automatische aufeinanderfolgende Einspritzung der Flüssigkeit entsprechend den Voreinstellungen der Steuerknöpfe 89, 90 und 91, 92 zu begründen. Jedoch kann die Einspritzung jederzeit während der automatischen Injektionsphase unterbrochen werden, indem der Schalter 98 in seine Aus/Hand-Position 131 verschoben und freigegeben wird. In dieser Position des Schalters 98 wird das Sprungrelais R_7 erregt, das den Kontakt C_7 in dem Automatik-Steuerkreis öffnet. Das Relais R_6 wird entregt, wobei die zugeordneten Kontakte C_6 , C_6 öffnen. Dadurch wird der Injektionsmotor angehalten, wenn der Schalter 98 freigegeben wird. Beim Verschieben des Schalters 98 in seine Aus- oder Hand-Position begründet das Sprungrelais R_7 auch ein Schließen eines anderen Kontaktes C_7 , für einen manuellen Betrieb des Injektors. Eine Freigabe des Schalters 98 aus der Hand-Position führt automatisch zu einer Unterbrechung der Einspritzung.

Wenn der Handtriggerschalter 98 entweder in die Automatik- oder in die Hand-Positionen 130 oder 131 bewegt wird, erfolgt eine Erregung eines Relais LR und ein Schließen des zugeordneten Kontaktes CL, mit dem während der langsam erfolgenden Injektion die Geschwindigkeit des Antriebsmotors entsprechend der Voreinstellung des Potentiometersteuerknopfes 89 gesteuert wird. Am Ende des durch den Zeitpotentiometersteuerknopf 90 für eine langsame Injektion vorgegebenen Zeitzyklusses wird ein Verzögerungsrelais T_1

erregt, um den Kontakt CT_1 zu öffnen, der dem Potentiometersteuerknopf 89 für eine langsame Injektion zugeordnet ist, und um den Kontakt CT_1' zu öffnen, der dem Potentiometersteuerknopf 91 für eine schnelle Injektion zugeordnet ist. Hierdurch erfolgt am Ende der Zeitperiode für eine langsame Injektion ein automatisches Umschalten von einer langsamen zu einer schnellen Injektion. Das Verzögerungsrelais T_1 schließt ferner einen Schalter CT_1'' für die Betätigung eines zweiten Verzögerungsrelais T_2 am Ende des durch den Zeitsteuerknopf 92 für eine schnelle Injektion eingestellten Zeitablaufs. Beim Erregen des Verzögerungsrelais T_2 wird der Kontakt CT_2 für eine Betätigung des Röntgenstrahl-Zeitverzögerungsrelais T_3 nach einer Verzögerung von 0 bis 2 Sekunden geschlossen, was durch den Verzögerungssteuerknopf 93 eingestellt wird. Wenn der Spritzenkolben 36 in der Betriebsart mit gegenüber Figur 8 umgeschaltetem Schalter 97 sein Hubende vor Erregung des Relais T_3 erreicht, werden der Grenzscharter 132 betätigt, der Antriebsmotor 58 unterbrochen und das Röntgenstrahl-Zeitverzögerungsrelais T_3 in der zuvor beschriebenen Weise erregt. Die Relaiskontakte C_3' , C_4' am Motor sorgen für ein dynamisches Bremsen, wenn beide Kontakte geschlossen sind, indem in bekannter Weise ein dem Motor bremsendes Magnetfeld erzeugt wird.

Obwohl nur ein einziger Antriebsmotor 58 dargestellt ist, können selbstverständlich auch zwei Antriebsmotoren mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten bzw. Drehzahlen für die langsamen und schnellen Injektionen verwendet werden. Alternativ können auch zwei unterschiedliche Zahnrad- bzw. Getriebegehäuse in Verbindung mit einem einzigen Antriebsmotor verwendet werden, wobei entsprechende Kupplungen den Motor für die langsamen und schnellen Injektionen von einem zum anderen Getriebe umschalten.

Auch können herkömmliche Rückführungssteuerungen bzw. Regelungen wie bei den US-Patenten 3.623.474 und 3.631.847 zur Messung und Steuerung der Geschwindigkeit des Spritzenkolbens während der Injektionsperiode verwendet werden, um unter veränderlichen Bedingungen und Zuständen vorbestimmbare, genau gesteuerte Strömungsraten zu erhalten. Alternativ können zahlreiche andere Steuerungs-

systeme verwendet werden, um weitgehend dieselben Resultate zu erzielen. Beispielsweise kann eine optische Rückführung zur Überwachung der Motorgeschwindigkeit vorgesehen sein, ferner eine genau geregelte Gleichspannungsversorgung, wobei die dem Motor zugeführte Spannung überwacht bzw. erfaßt und zur Steuerung der Spannungsversorgung zurückgeführt wird, oder schließlich ein rückführungsloses Frequenzsteuerungssystem unter Verwendung eines RC-Kreises mit einem veränderlichen Widerstand und einem Unijunction-Transistor zur Erzeugung frequenzvariabler Impulse zur Betätigung des Motors.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, daß das Verfahren und die Vorrichtung nach der vorliegenden Erfindung die für eine Angiography der Gliedmaßen erforderliche Zeit wesentlich verringert, den Geräteaufwand vermindert und weitgehend zu einer vollständigeren Trübung und Sichtbarmachung beiträgt. Ein solches Verfahren und eine derartige Vorrichtung ermöglichen eine minimale Röntgenbestrahlung mit weniger Injektionen und kleineren Volumina an Kontrastmittel. Die Einspritzvorrichtung kann auch für andere arteriografische Behandlungen einschließlich der herkömmlichen Angiography benutzt werden, indem die Betriebsarten einer langsamen oder schnellen Injektion getrennt verwendet werden. Die Steuerorgane für die nicht benutzte Betriebsart werden einfach auf 'o' gesetzt.

-Patentansprüche-

- 23 -

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Injizieren von Kontrastmitteln in ein Gefäßsystem eines Menschen oder Säugetieres, gekennzeichnet durch eine Spritzanordnung (2) mit einer einen Kolben (36) enthaltenden Spritzen- bzw. Laufbüchse (30), in der der Kolben zum Herausdrücken von Flüssigkeit axial verschiebbar angeordnet ist, ferner durch eine zum Steuern der Hubgeschwindigkeit des Kolbens in der Spritzenbüchse dienende Steuereinrichtung, mittels derer vor Einleitung der Kolbenbewegung eine unabhängige Vorauswahl von mehr als einer Hubgeschwindigkeitsrate für den Kolben in der Spritzenbüchse und von Zeitperioden für die Kolbenbewegung möglich ist, und schließlich durch Glieder zum aufeinanderfolgenden Bewegen des Kolbens während der vorbestimmten Zeitperioden mit den vorgewählten Geschwindigkeitsraten.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung Glieder aufweist, mittels derer ein Stoppen und Neustarten des Kolbens (36) zu jeder Zeit während der Hubbewegung möglich ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung eine Schalteranordnung (98) mit einer Automatik-Position (130) und einer Aus/Hand-Position (131) aufweist, wobei beim Drücken und Freigeben der Automatik-Position der Kolben (36) dazu veranlaßt wird, sich automatisch und aufeinanderfolgend während der vorbestimmten Zeitperioden mit den vorgewählten Geschwindigkeitsraten zu bewegen, während ein Niederdrücken und Freigeben der Aus/Hand-Position die automatische Kolbenbewegung unterbricht bzw. so lange fortsetzt, wie die Aus/Hand-Position gedrückt bleibt.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung Glieder (93) zum Vorwählen einer Zeitverzögerung für die Betätigung eines Röntgengerätes nach Beendigung der aufeinanderfolgenden Bewegung des Kolbens (36) aufweist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, ferner gekennzeichnet durch eine Grenzschanteranordnung (132) zum Einleiten dieser Zeitverzögerung für das Röntgengerät in dem Fall, da der Kolben (36) sein Hubende vor Ablauf der vorgewählten Zeit erreicht.
6. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung einen Elektromotor (58) zum Antreiben des Kolbens (36) und Glieder zum Verändern der Drehzahl des Elektromotors aufweist, um die Hubgeschwindigkeit des Kolbens in Übereinstimmung mit den Voreinstellungen der Steuereinrichtung (89, 91) zu verändern.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, ferner gekennzeichnet durch eine Kupplungsanordnung (62, 66) zur Leistungsübertragung vom Motor (58) zum Kolben (36) als Schutz gegen eine Zerstörung, wenn der Kolben in seiner Bewegung gestört⁺ sowie beispielsweise gegen den Boden stößt und wenn ein Grenzdruck auftritt. +) ist
8. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung Glieder aufweist, die den Motor (58) zu einer Drehung in entgegengesetzten Richtungen veranlassen, um den Kolben (36) zum Zwecke des Füllens und Entleerens der Spritzenbüchse (30) zurückzuziehen und vorzuschieben.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, ferner gekennzeichnet durch Glieder, die den Motor (58) dazu veranlassen, sich während des Vorschiebens des Kolbens (36) zum Entleeren der Spritzenbüchse (30) langsamer zu drehen als während des Rückziehens des Kolbens zum Füllen der Spritzenbüchse.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8, ferner gekennzeichnet durch Grenzschanter (75, 76) zum Anhalten des Motors (58), wenn der Kolben (36) sein Hubende erreicht.
11. Vorrichtung nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch einen der Steuereinrichtung zugeordneten Erdschluß-Unterbrecherkreis (115) zum Erfassen von Erdschluß- bzw. Massenschlußströmen und zum Abschalten der Steuereinrichtung.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch eine Testeinrichtung (100) zum Überprüfen des Betriebes des Erdschluß-Unterbrecherkreises (115).
13. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Befestigungseinrichtung zum axialverschieblichen Anbringen des Kolbens in der Spritzenbüchse einen mit dem Kolben (36) verbundenen Kugelschraubenschaft (34) aufweist, ferner Glieder (49, 50, 51) zum axialverschiebbaren, jedoch nicht drehbaren Anbringen des Kugelschraubenschafts und eine mit diesem in Schraubeingriff stehende Kugelmutter (55), wodurch deren Drehung eine Axialverschiebung des Kolbens begründet, ferner eine Einrichtung (56) zum Drehen der Kugelmutter, wobei die Glieder zum Anbringen des Kugelschraubenschaftes ein Hauptstützgehäuse (28) mit einer sich in Längsrichtung erstreckenden kanalförmigen Laufbahn (49) für den Kugelschraubenschaft (34) und ein Paar von Kugellagern (50) an entgegengesetzten Seiten des Kugelschraubenschaftes aufweisen, die mit diesem über einen sich durch das Zentrum des Kugelschraubenschaftes und der Kugellager erstreckenden Paßstift (51) verbunden sind, und wobei schließlich die Kugellager mit der Laufbahn in Eingriff stehen, um den Kugelschraubenschaft längs der Laufbahn axial verschiebbar zu stützen und um alle auf diesen ausgeübten Drehkräfte während der Axialbewegung aufzunehmen.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, ferner gekennzeichnet durch Verbindungsglieder (35, 37, 38, 39) zur Erzielung einer Zug-Druck-Verbindung zwischen dem Kolben (36) und dem Kugelschraubenschaft (34) und zum Ausgleichen einer Fehlausrichtung zwischen diesen Teilen.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, gekennzeichnet durch eine Mutter (37), auf die der Kolben (36) aufgeschraubt ist und die eine polygon- bzw. vieleckförmige Aussparung (28) aufweist, daß eine Zug-Druck-Schraube (35) am äußeren Ende des Kugelschraubenschaftes (34) befestigt ist und deren Kopfteil eine

Form aufweist, die der Vieleckaussparung in der Mutter entspricht und ein wenig kleiner ist, wodurch das Kopfteil in der Aussparung mit einigem Radialspiel aufgenommen wird, um eine Fehlausrichtung zwischen dem Kolben und dem Kugelschraubenschaft auszugleichen und gleichzeitig ein Stoßen und Ziehen des Kolbens während der axialen Einwärts- und Auswärtsbewegung des Kugelschraubenschaftes zuzulassen.

16. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch ein Hauptstützgehäuse (28) für die Spritzanordnung (2) mit einem von diesem hervorstehenden länglichen Rohr (4), durch eine Steueranordnung (3) zum Steuern des Betriebes der Spritzanordnung, wobei sich das längliche Rohr in die Steueranordnung erstreckt und die letztere eine Stütze (7) mit einer Öffnung zur verschiebbaren Aufnahme des Rohres aufweist, um eine Längs- und Drehbewegung der Spritzanordnung gegenüber der Steueranordnung zuzulassen, ferner durch ein Paar unter Abstand in der Steueranordnung parallel zum Rohr an dessen gegenüberliegenden Seiten verlaufender Stoppstangen (9), die mit einer Stoppschraube (10) auf dem entfernten Ende des Rohres in Eingriff kommen können, um die Drehung des Rohres in entgegengesetzten Richtungen bei allen Längseinstellpositionen der Spritzanordnung gegenüber der Steueranordnung zu begrenzen, und schließlich durch eine Klemmeinrichtung (16, 17) zum Festlegen der Spritzanordnung in den gewünschten Längs- und Dreheinstellpositionen.
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Klemmeinrichtung einen Feststellknopf (16) an der Steueranordnung (3) aufweist, ferner einen das Rohr (4) umgebenden flexiblen Kragen (17) und eine sich vom Feststellknopf erstreckende Stange (18), die in Schraubeingriff mit dem Kragen steht, um denselben durch Drehung des Feststellknopfes in entgegengesetzten Richtungen lösen und festziehen zu können.
18. Vorrichtung nach Anspruch 16, ferner gekennzeichnet durch ein mit der Spritzanordnung (2) verbundenes Gewicht (31) zum Ver-

lagern des Schwerkraftzentrums der Spritzanordnung nahe an die Drehachse des Rohres (4), um die Drehung der Spritzanordnung auf eine gewünschte Einstellposition zu erleichtern.

19. Vorrichtung nach Anspruch 16, gekennzeichnet durch ein Stützgestell (19) für die Steueranordnung (3) und durch Glieder (23, 24) zum vertikal verschiebbaren Befestigen der Steueranordnung auf dem Stützgestell, um eine Einstellung der Höhe der Steueranordnung und der damit verbundenen Spritzanordnung vornehmen zu können.
20. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum axialen Bewegen des Kolbens (36) innerhalb der Spritzenbüchse (30) einen Elektromotor (58) und eine Kupplungsanordnung (62, 66) zur Leistungsübertragung vom Motor zum Kolben und als Schutz gegen eine Zerstörung aufweist, wenn der Kolben in seiner Bewegung gehindert wird bzw. gegen den Boden stößt und wenn ein Grenzdruck auftritt.
21. Vorrichtung nach Anspruch 20, gekennzeichnet durch ein die Spritzenbüchse (30) umgebendes Spritzengehäuse (29), durch Glieder (31, 32) zum lösbaren Befestigen der Spritzenbüchse innerhalb des Spritzengehäuses und durch Isolatoren (33) zum elektrischen Isolieren der Spritzenbüchse vom Spritzengehäuse.
22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß das Spritzengehäuse (29) ein Zahnrad- bzw. Getriebegehäuse (57) mit einem Antriebsmechanismus (56) zum Antreiben des Kolbens mit dem Motor (58) aufweist und daß das Spritzengehäuse am Hauptstützgehäuse (28) als Deckel des Zahnradgehäuses befestigt ist.
23. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung zum Steuern der Hubgeschwindigkeitsraten des Kolbens in der Spritzenbüchse Glieder (89, 90, 91, 92) zum unabhängigen Vorwählen von mehr als einer Hubgeschwindigkeitsrate des Kolbens

- (36) und von Volumina pro Hub sowie Glieder aufweist, mittels derer aufeinanderfolgende Bewegungen des Kolbens mit den vorgewählten Geschwindigkeitsraten und Volumina erzielt werden.
24. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zum Bewegen des Kolbens (36) mit einer beim Füllen der Spritzenbüchse (30) größeren Geschwindigkeitsrate als beim Entleeren der Spritzenbüchse.
25. Vorrichtung nach Anspruch 1, ferner gekennzeichnet durch eine Testeinrichtung (110, 115) zum Prüfen der Spritzanordnung (2) auf Erd- bzw. Massenschlußströme vor einem Befüllen der Spritzanordnung mit der erwünschten Flüssigkeitsmenge.
26. Vorrichtung nach Anspruch 1, ferner gekennzeichnet durch eine Spritzenkappe (45) und eine zugeordnete Dichtung (47) am äußeren Ende der Spritzenbüchse (30).
27. Verfahren zum Injizieren von Kontrastmitteln in ein Gefäßsystem eines Menschen oder Säugetieres, gekennzeichnet durch ein Befüllen einer Spritze mit der gewünschten Menge der zu injizierenden Flüssigkeit, wobei die Spritze im Inneren einen axial verschiebbaren Kolben zum Ausdrücken der Flüssigkeit aufweist, durch ein vor Einleitung der Kolbenbewegung unabhängig erfolgendes Vorwählen mehr als einer Hubgeschwindigkeitsrate des Kolbens in der Spritze und von Zeitperioden für jeden Hub während eines Hubzyklus, und durch Einleiten der Kolbenbewegung, wodurch der Kolben veranlaßt wird, sich während eines Hubzyklus und während der vorbestimmten Zeitperioden automatisch aufeinanderfolgend mit den vorgewählten Geschwindigkeitsraten in der Spritze zu bewegen.
28. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben jederzeit während des Hubes gestoppt und neu gestartet werden kann.
29. Verfahren nach Anspruch 27, ferner gekennzeichnet durch Aus-

wählen einer Zeitverzögerung für die Betätigung eines Röntengerätes nach Beendigung der aufeinanderfolgenden Bewegung des Kolbens.

30. Verfahren nach Anspruch 29, gekennzeichnet durch ein Einleiten der Zeitverzögerung für das Röntgengerät, wenn der Kolben das Ende seines Hubes vor Ablauf der vorgewählten Zeit erreicht.
31. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß eine Spritzenkappe und eine zugeordnete Dichtung am äußeren Ende der Spritze vorgesehen sind und daß vor dem Befüllen der Spritze mit der gewünschten Flüssigkeitsmenge der Kolben zum Ausdrücken jeglicher Flüssigkeit nach vorne bewegt und die Spritze auseinandergenommen sowie entkeimt wird, daß dann ein Zusammenbauen mit Ausnahme der Spritzenkappe und der zugeordneten Dichtung erfolgt, und der Kolben auf das gewünschte Flüssigkeitsvolumen zurückgezogen wird, wonach die Spritze vertikal nach oben gedreht wird, um die Flüssigkeit in die Spritze einzugießen.
32. Verfahren nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Befüllen der Spritze mit der gewünschten Flüssigkeitsmenge die Spritzenkappe und die zugeordnete Dichtung am äußeren Ende der Spritze zusammengesetzt werden.
33. Verfahren nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben beim Befüllen der Spritze schneller als beim Entleeren bewegt wird.
34. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Spritze vor dem Befüllen auf Erdschlußströme überprüft wird.
35. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß das Vorbewegen des Kolbens vorgewählt wird und zunächst mit einer relativ geringen Geschwindigkeitsrate während einer relativ langen Zeitperiode und dann mit einer relativ großen Geschwin-

digkeitsrate während einer viel kürzeren Zeitperiode erfolgt, und zwar jeweils während eines Hubzyklus des Kolbens.

36. Verfahren nach Anspruch 27, gekennzeichnet durch den Schritt eines Unterbrechens der automatischen aufeinanderfolgenden Bewegung des Kolbens zu irgendeiner Zeit während des Kolben-Hubzyklusses zur Erzielung gesteuerter Kolbenbewegungen für den verbleibenden Teil des Injektionszyklus.
37. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß vor der Einleitung der Kolbenbewegung ein unabhängiges Auswählen von mehr als einer Hubgeschwindigkeitsrate und von Volumina pro Hub während eines Hubzyklus durchgeführt wird, wonach die Kolbenbewegung eingeleitet wird, so daß sich der Kolben automatisch und aufeinanderfolgend mit den vorbestimmten Geschwindigkeitsraten und den vorgewählten Volumina pro Hubzyklus bewegt.
38. Verfahren nach Anspruch 37, gekennzeichnet durch ein derartiges Vorwählen, daß der Kolben zunächst mit relativ geringer Geschwindigkeitsrate während einer relativ langen Zeitperiode und dann mit einer sehr viel größeren Geschwindigkeitsrate während einer sehr viel kürzeren Zeitperiode bewegt wird.

2410868

.31-

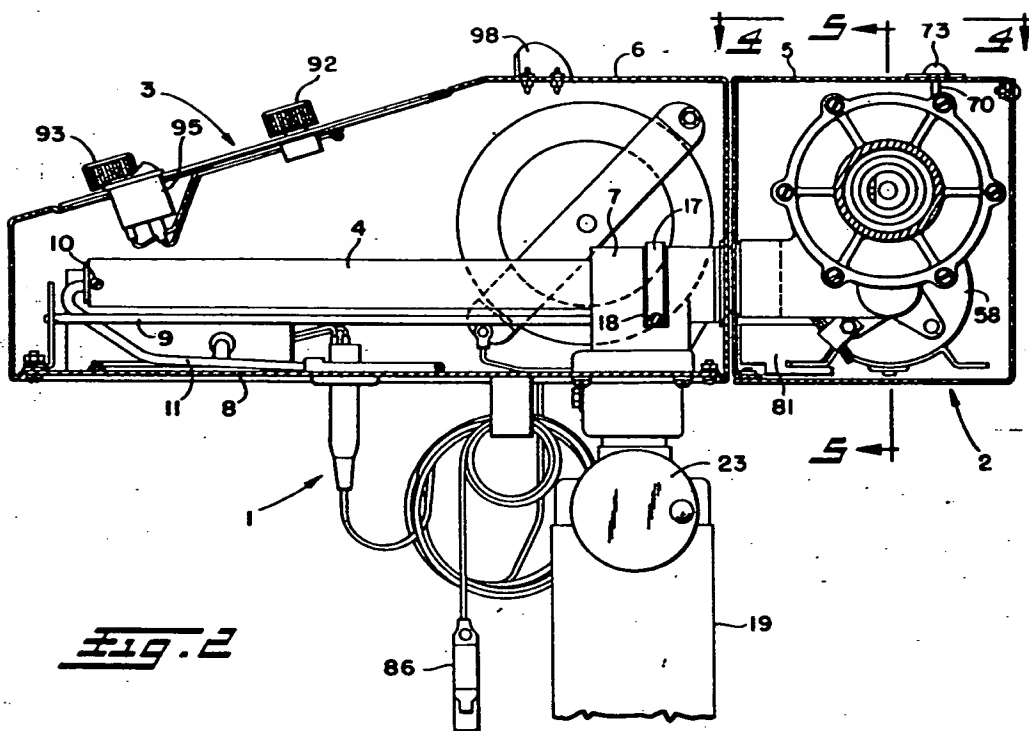


FIG. 2

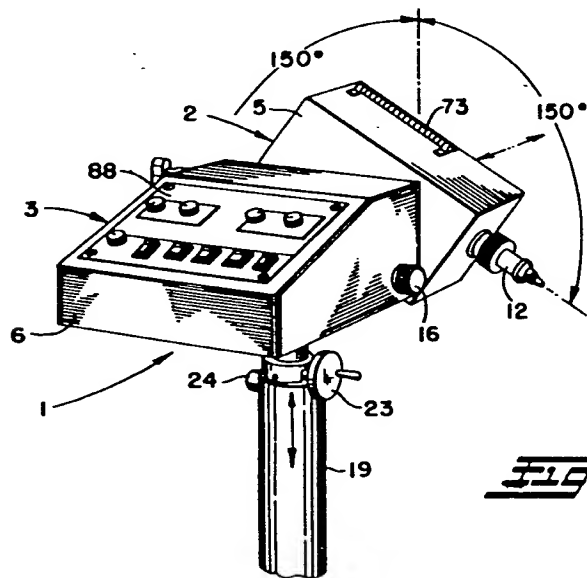


FIG. 3

409838/0792

Fig. 4

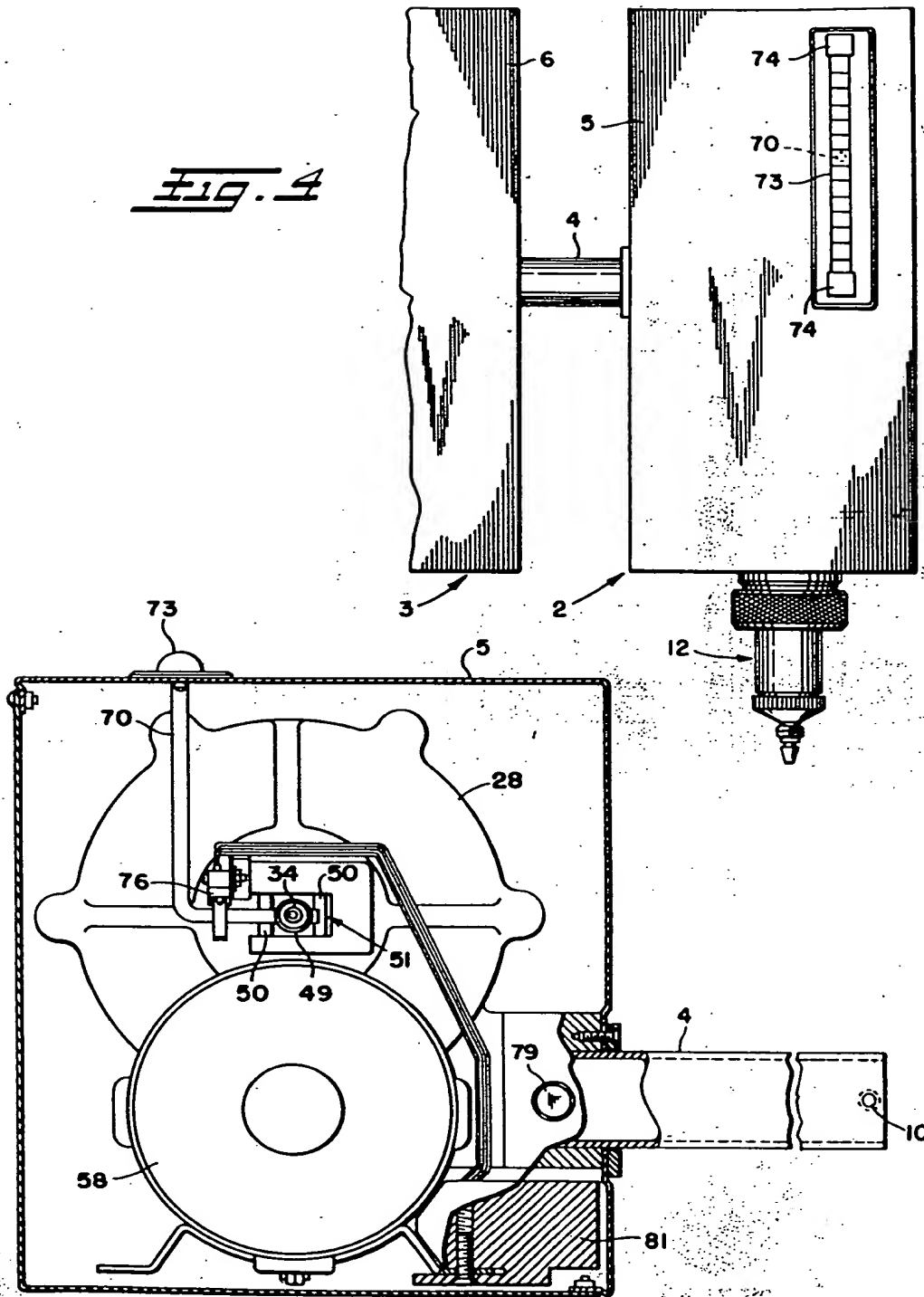


Fig. 7

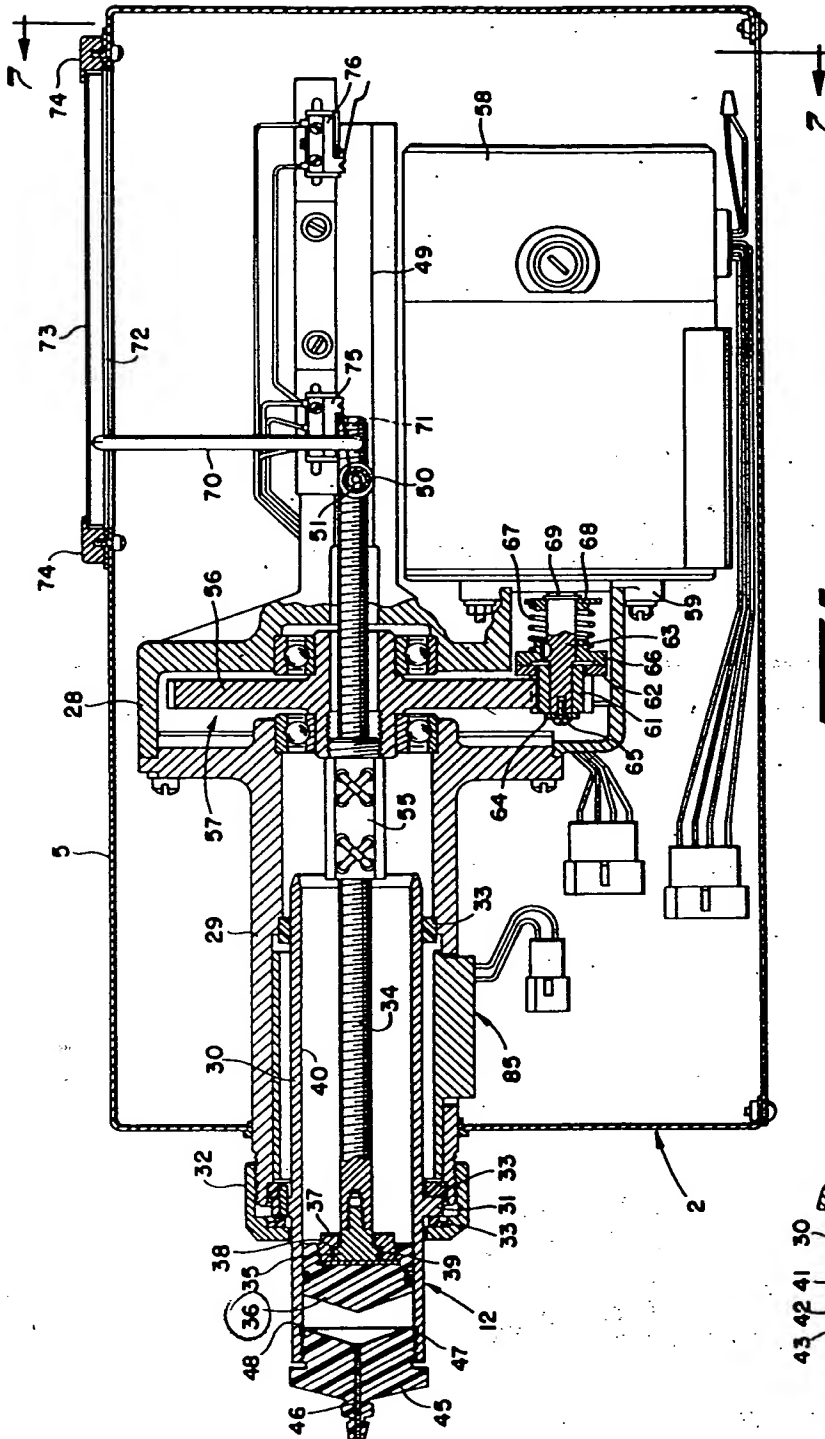
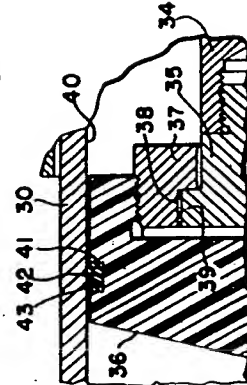


FIG. 5

FIG. 6





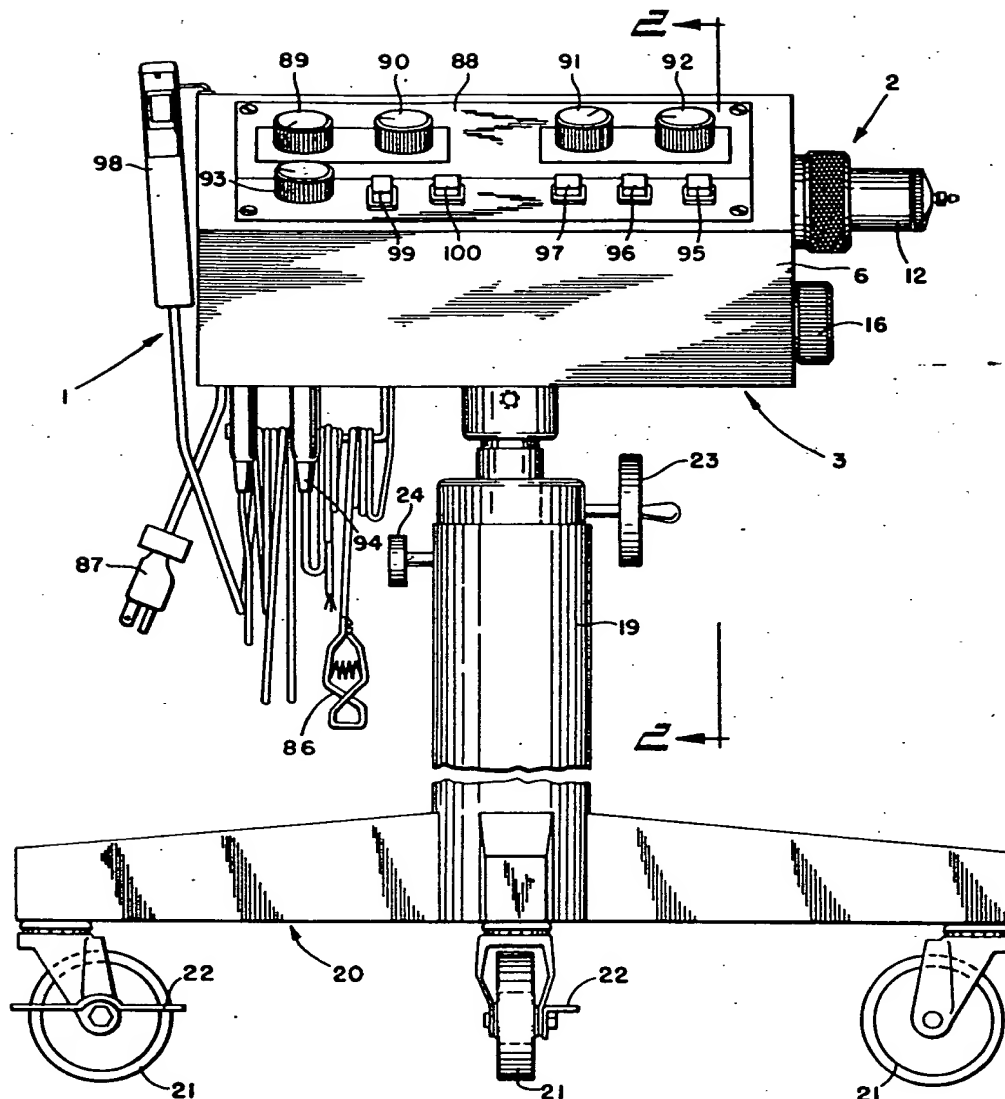


Fig. 1